

ANEXO A

ANEXO A

CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

Proceso para el diseño del hormigón

Se realizó la extracción del agregado grueso (San Mateo) y el agregado fino (Santa Ana) como se puede observar en las figuras:

Figura N°A-1 Extracción de los agregados



Fuente: Elaboración propia.

Para poder realizar los respectivos ensayos de dosificación se lavó el agregado grueso como así también el agregado fino, como se muestra en las siguientes figuras:

Figura N°A-2 Lavado del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°A-3 Lavado del agregado fino



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°A-4 Secado del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° A-5 Secado del agregado fino



Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el diseño de la mezcla de hormigón se realizaron los siguientes ensayos:

Granulometría del agregado grueso

Granulometría del agregado grueso (ASTM C-136)

Objetivo

Este método de ensayo abarca el procedimiento para la determinación de los tamaños de las partículas empleando tamices de aberturas cuadradas.

Materiales

- Balanza sensible al 0,1kg
- Juego de tamices
- Horno de temperatura constante (105°C)
- Brocha para limpiar tamices
- Vibrador mecánico para tamices

Preparación de la muestra

- La muestra debe ser representativa, la cual se obtiene por cuarteo.
- El peso de la muestra de agregado grueso necesario para el ensayo deberá estar de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla N°A-1 Peso necesario para el agregado grueso

Tamaño máximo de las partículas en pulgadas	Peso mínimo de la muestra en Kg
3/8"	1
1/2"	2,5
3/4"	5
1"	10
1 1/2"	15
2"	20
2 1/2"	25
3"	30
3 1/2"	35

Fuente: Guía de laboratorio de hormigones (UAJMS)

Procedimiento

- Se secó la muestra durante las 24 horas correspondiente en el Horno de laboratorio de tecnología del hormigón a una temperatura de 105°C. Se dejó enfriar a temperatura ambiente durante 4 horas aproximadamente y se pesó la cantidad requerida para el ensayo.
- Se colocó el juego de tamices desde el tamaño correspondiente al tamaño máximo hasta el tamiz N°200 y al final la base.
- Se agitó las mallas en el agitador mecánico (Rop – Tap) durante al menos 15 minutos, luego se tamizó de manera manual para tener una mayor seguridad de que las partículas pasasen los tamices correspondientes.
- Se pesa cuidadosamente la fracción de la muestra obtenida anteriormente y se guarda cada muestra hasta el final de la prueba para así poder repetir el ensayo en caso de error.
- Se pesan las fracciones retenidas en cada malla y en la base del fondo. Todos los pesos retenidos se anotan en el registro.

Figura N°A-6 Ensayo de la granulometría del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia.

Granulometría del agregado fino (ASTM C-136)

Objetivo

Este método de ensayo abarca el procedimiento para la determinación de los tamaños de las partículas empleando tamices de aberturas cuadradas.

Materiales

- Balanza sensible al 0,1kg
- Juego de tamices
- Horno de temperatura constante (105°C)
- Brocha para limpiar tamices
- Vibrador mecánico para tamices

Preparación

- La muestra debe ser representativa, la cual se obtiene por cuarteo.
- El peso de la muestra de agregado fino necesario para el ensayo deberá ser de unos 0,5 kg.

Procedimiento de la muestra sin lavar

- Se secó la muestra durante las 24 horas correspondiente en el Horno de laboratorio de tecnología del hormigón a una temperatura de 105°C. Se dejó enfriar a temperatura ambiente durante 4 horas aproximadamente y se pesó la cantidad requerida para el ensayo.
- Una vez el material enfriado se procede a disgregar el agregado fino ya sea manual o un rodillo.
- Se colocó el juego de tamices desde el tamaño correspondiente al tamaño máximo hasta el tamiz N°200 y al final la base.
- Se agitó las mallas en el agitador mecánico (Rop – Tap) durante al menos 15 minutos, luego se tamizó de manera manual para tener una mayor seguridad de que las partículas pasasen los tamices correspondientes.
- Se pesa cuidadosamente la fracción de la muestra obtenida anteriormente y se guarda cada muestra hasta el final de la prueba para así poder repetir el ensayo en caso de error.
- Se pesan las fracciones retenidas en cada malla y en la base del fondo. Todos los pesos retenidos se anotan en el registro.

Figura N°A-7 Ensayo de la granulometría del agregado fino



Fuente: Elaboración propia.

Peso unitario de agregado grueso y fino (ASTM C 29)

Objetivo

Este ensayo tiene como objeto describir cómo se puede obtener el peso de los agregados y de las mezclas de agregados a temperatura ambiente.

Materiales

- Balanza sensible al 0,5% del peso de la muestra.
- Una varilla de 5/8" de diámetro y unos 60 cm de largo.
- Un juego de recipientes cilíndricos que se debe usar depende del tamaño máximo de las partículas.

Para agregados con partículas de un diámetro $\leq \frac{1}{2}$ " (0,0127 m) se usa un molde de 1/10 de pie cubico.

Para agregados con partículas de un diámetro entre $\frac{1}{2}$ " y $1 \frac{1}{2}$ " se usa en molde de $\frac{1}{2}$ pie cubico.

Para agregados con partícula de un diámetro $\geq 1 \frac{1}{2}$ " (0,0381 m) se usa un molde de 1 pie cubico.

Preparación de la muestra

La muestra se utilizó a humedad ambiente. Por ningún motivo debe secarse dicha muestra en el horno.

Procedimiento

- Se llenó el molde respectivo hasta una tercera parte de su capacidad, nivelándose el agregado con las manos. Luego por medio de la varilla se apisona uniformemente esta capa 25 veces. No se golpea el fondo del molde
- Se repite el procedimiento anterior dos veces hasta llenar el molde. Las partículas de la superficie se deben enrasar con la varilla teniendo como guía el borde del molde.
- Se pesa el molde junto con el agregado.

Cálculo

Para el cálculo se obtiene restando del peso del molde más la muestra compactada el peso del molde. El peso por unidad de volumen de la muestra se obtiene multiplicando su peso neto por el inverso del volumen del molde.

Figura N°A-8 Ensayo del peso unitario



Fuente: Elaboración propia.

Método para determinar la densidad real y la absorción de agua en áridos gruesos (ASTM C 127)

Objetivo

El ensayo tiene por objeto la determinación del peso específico aparente y del peso específico a granel, lo mismo que la cantidad de agua expresada como porcentaje que absorbe el agregado grueso cuando se sumerge en agua por periodo de 24 horas.

Materiales

- Una balanza que tenga 5 kg de capacidad o más y sensibilidad de 0,5 kg.
- Cesto cilíndrico de tela metálica (la cesta deberá ser hecha de malla metálica N°4) de 20 cm de diámetro y de 2 cm de altura.

- Un recipiente en el que se pueda sumergir la cesta de alambre y un aparato para suspender la cesta cuando se sumerge, con el fin de obtener el peso de la muestra sumergida.

Procedimiento

- Se lavó el material con el fin de eliminar cualquier impureza, luego se sumergió durante 24 horas.
- Se sacó el agregado del agua y se procedió a secar con un trapo las partículas hasta que la película de agua haya desaparecido de la superficie. Evitando la evaporación durante esta operación.
- Se obtiene el peso de la muestra con sus partículas saturadas.
- La muestra se vuelve a sumergir en agua después de ser pesada y se determina el peso de la muestra sumergida.
- Se seca la muestra en un horno a temperatura constante (105°C) y luego se deja enfriar y se pesa

Cálculo

Para determinar los resultados de los ensayos se procedió de la siguiente manera:

$$\text{Peso específico a granel} = \frac{A}{B - C}$$

Donde:

A= Peso de la muestra secada en horno, en kg

B= Peso de la muestra saturada, pero con superficie seca, en kg

C= Peso de la muestra saturada dentro del agua, en kg

$$\text{Peso específico en condición saturado y en superficie seca} = \frac{B}{B - C}$$

(-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volumen de agua desplazado es decir el volumen de la muestra.

$$\text{Peso específico Aparente} = \frac{A}{A - C}$$

$$\% \text{ de absorción} = \frac{B - A}{A} * 100$$

Figura N°A-9 Ensayo para determinar la densidad real de los áridos gruesos



Fuente: Elaboración propia.

Método para determinar la densidad real y la absorción de agua en áridos finos (ASTM C 128)

Objetivo

El ensayo tiene por objeto la determinación del peso específico aparente y del peso específico a granel, lo mismo que la cantidad de agua expresada como porcentaje que absorbe el agregado fino cuando se sumerge en agua por periodo de 24 horas, expresada como un porcentaje en peso.

Materiales

- Balanza con capacidad de 1 kg y sensibilidad de 0,01 gr.
- Matraz de 0,5 litros de capacidad.
- Molde cónico y una varilla.

Muestra

Se selecciona una muestra de 1 kg, que puede ser obtenida por cuarteo, luego se coloca la muestra dentro de un recipiente lleno de agua y se deja allí por un periodo de 24 horas.

Procedimiento

- Se sacó la muestra del recipiente y se secó de manera uniforme.
- Con el fin de inspeccionar que tan seca esta la muestra, se colocó primero el molde cónico y luego se retiró este. Si en caso la muestra aun contenía alguna humedad de la superficie fue eliminada, la arena redara libremente cuando se levante el cono.
- Se colocó 500 Gramos de la muestra en el matraz y luego se llenó este con agua hasta el tope. Con el fin de que se eliminen las burbujas de aire presentes en el matraz, se procedió a rotar el matraz sobre sí mismo y luego se colocó en un baño a temperatura constante de 20°C. luego se obtiene el peso del matraz lleno.
- Se vació el contenido del matraz en un recipiente y se pone a secar en el horno de temperatura constante 105°C y se pesó.

Cálculos

$$\text{Peso específico a granel} = \frac{A}{V - W}$$

Donde:

A= Peso en el aire de la muestra secada al horno, en kg.

V= Volumen del frasco, en litros

W= Peso en kg o volumen en litros del agua agregado al frasco.

$$\text{Peso específico en condición saturado y en superficie seca} = \frac{0,5 \text{ kg}}{V - W}$$

$$\text{Peso específico} = \frac{A}{(A - W) - (0,5\text{kg} - A)}$$

$$\% \text{ de absorción} = \frac{0,5 \text{ kg} - A}{A} * 100$$

Figura N°A-10 Ensayo para determinar la densidad real de los áridos finos



Fuente: Elaboración propia.

Peso específico del cemento (ASTM C 188)

Objetivo

Este ensayo tiene por objeto presentar un método para determinar el peso específico del cemento, el valor que aquí se determina se usa específicamente para el diseño y control de la producción de mezcla de concreto.

Materiales

- Un matraz normal de Le Chatelier.
- Kerosene (sin agua) o nafta que no sean más livianos que 62° A.P.I
- Balanza sensible al 0,01 gr.

Muestra

La muestra se obtiene del material tal como se recibe, para la prueba se toman 64 gr.

Procedimiento

- Se llena el matraz con cualquiera de los dos líquidos antes especificados hasta que el nivel del líquido coincida con la graduación de 0,3 litros.
- Se coloca el matraz en un baño maría de temperatura constante manteniéndola a la temperatura ambiente. Se lee en el cuello del matraz la graduación correspondiente al nivel del líquido (0,3 litros), una vez que éste se encuentre a una temperatura constante.
- Se toma aproximadamente 0,0064 kg de la muestra de cemento y se van introduciendo poco a poco en el matraz teniendo cuidado de que estén a la misma temperatura del líquido. Se debe evitar que el líquido salpique cuando se introduzca el cemento.
- Después de que todo el cemento haya sido introducido en el matraz se tapa este y se hace rodar en posición inclinado con el fin de eliminar el aire del cemento, se continúa hasta que se eliminen las burbujas de aire.
- Se coloca de nuevo el matraz en el baño a temperatura constante, la cual debe estar aproximadamente del ambiente, y se hace la nueva lectura cuando se haya observado que la temperatura en el líquido del matraz es constante.
- Se lee en el matraz la graduación correspondiente al nuevo nivel del líquido y se anota el dato.

Cálculo

La diferencia entre las cantidades que representan el nivel final y el nivel inicial del líquido nos da el volumen de líquido desplazado por el cemento usado en el ensayo, luego:

$$P. E. = \frac{\text{Peso del cemento en gramos}}{\text{Volumen del matraz ml}}$$

Nota. - Las determinaciones duplicadas del peso específico del cemento por medio de este método no deben variar entre si más de 0.01.

Figura N°A-11 Ensayo para determinar el peso específico del cemento



Fuente: Elaboración propia.

Método para determinar el desgaste mediante la máquina de los ángeles (ASTMC-131)

Material

- Máquina de desgaste de los ángeles que consiste de un cilindro o tambor hueco de acero, cerrado en ambos extremos. Este cilindro tiene las siguientes dimensiones interiores: 70 cm (28") y 50 cm. (20") de largo. El tambor además tiene una puerta lateral pequeña por donde se introduce la muestra. El tambor delie ser montado en forma adecuada y acoplado a un motor de 1 HP de potencia aproximadamente, de forma tal que el número de revoluciones del tambor sea de 30 a 33 por minuto.
- Un juego de tamices de abertura cuadrada de la serie estándar de los siguientes tamaños: 3", 2 ½", 2", 1 ½", ¾", 3/8".
- Horno a temperatura constante de 105°C.
- Balanza de 5 kg de capacidad y sensible a 0,01 gr.

Carga de desgaste

La carga de desgaste que debe llevar la máquina de los ángeles consistirá de bolas o esferas de acero de 1 7/8" de diámetro cuyo peso puede variar entre 390 y 445 gr.

El número de bolas de acero que se usará depende de la gradación de la muestra de ensayo y será como se indica en la tabla:

Tabla N°A-2 Número de esferas

Gradación	N° de esferas	Peso de la carga
A	12	5000+25
B	11	4584+25
C	8	3330+20
D	6	2500+15
E	12	5000+25
F	12	5000+25
G	12	5000+25

Fuente: Guía de laboratorio de hormigones (UAJMS)

Muestra de ensayo

La muestra de ensayo consistirá de agregarlo limpio que ha sido secado en un horno a 105°C hasta peso constante y tendrá una de las gradaciones que indica el cuadro siguiente.

La gradación que se usa será la que más se aproximada a la del agregado bajo ensayo.

Tabla N°A-3 Gradación

Tamaño de tamiz		Gradación y peso de la muestra de ensayo (gr)						
Pasa	Retenido sobre	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 1/2"	-	-	-	-	2500	-	-
2 1/2"	2"	-	-	-	-	2500	-	-
2"	1 1/2"	-	-	-	-	5000	5000	-
1 1/2"	1"	1250	-	-	-	-	5000	-
1"	3/4"	1250	-	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	1250	2500	-	-	-	-	5000
1/2"	3/8"	1250	2500	-	-	-	-	5000
3/8"	N°3	-	-	2500	-	-	-	-
N°3	N°4	-	-	2500	-	-	-	-
N°4	N°8	-	-	-	5000	-	-	-

Fuente: Guía de laboratorio de hormigones (UAJMS)

Procedimiento

- La muestra de ensayo y la carga se colocará en la máquina de desgaste de los ángeles y se pondrá en funcionamiento la máquina a una velocidad de 30 a 33 revoluciones por minute, Para las gradaciones A, B, C la máquina se hará girar durante 500 revoluciones para las gradaciones y se hará girar durante 100 revoluciones. Al final del ensayo el material será descargado de la máquina y se hará una separación preliminar en un tamiz N°12.
- El material que queda retenido en el tamiz N°12 deberá lavarse, secarse hasta peso constante un horno de 105°C a 110°C y pesarse con una aproximación al gramo.

Cálculo

La diferencia entre el peso original (P) y el peso (PF) de la muestra de ensayo será expresado como un porcentaje del peso original de la muestra de ensayo. Este valor será Consignado como porcentaje de desgaste.

$$\text{Porcentaje de desgaste} = \frac{P - PF}{P} * 100$$

Figura N°A-12 Ensayo desgaste de los Ángeles



Fuente: Elaboración propia.

Tiempo de fraguado del cemento hidráulico método del aparato de Vicat (ASTM C 191)

Objetivo

Este método tiene por objeto establecer el método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado del cemento hidráulico mediante el aparato de Vicat.

Materiales

- Balanza sensible al 0,1 gr
- Termómetro
- Aparato Vicat

Preparación de la muestra

- Deben mezclarse 500 g de cemento con el porcentaje de agua de amasado, requerido para la consistencia normal.

Procedimiento

- La muestra usada para determinar el tiempo de fraguado, debe mantenerse dentro de la cámara húmeda durante 30 minutos después del moldeo sin que sufra ninguna alteración. Debe determinarse la penetración de la aguja de 1 mm en ese instante y luego debe repetirse cada 15 minutos (para cementos de tipo 3 debe repetirse cada 10 minutos), hasta que se obtenga una penetración de 25 mm o menos. Para el ensayo de penetración debe hacerse descender la aguja D del vástago B, hasta que el extremo haga contacto con la superficie de la pasta de cemento. Debe apretarse el tornillo de sujeción E y ajustarse el índice F, en el extremo superior de la escala o anotarse una lectura inicial. Se suelta el vástago rápidamente aflojando el tornillo de sujeción E y dejando que la aguja penetre durante 30 segundos, momento en el cual debe tomarse la lectura para determinar la penetración. (Si durante las primeras lecturas la pasta se mantiene blanda, el descenso del vástago, se puede hacer lentamente para evitar la deformación de la aguja de 1 mm, pero las determinaciones de penetración para el tiempo de fraguado se deben hacer aflojando el tornillo).

- Las penetraciones deben estar separadas por lo menos 6 mm ($\frac{1}{4}$ ") entre sí y 10 mm ($\frac{1}{4}$ ") del borde interior del molde. Se anotan los resultados de todas las penetraciones y por interpolación debe determinarse el tiempo obtenido para una penetración de 25 mm, el cual indica el Tiempo de Fraguado.

Precauciones

El aparato no debe estar sometido a vibraciones durante la penetración. La aguja, de 1 mm de diámetro, debe ser recta y estar limpia, pues la acumulación de pasta en su periferia puede retardar la penetración, así como la pasta en la punta puede aumentar la misma. Esta determinación es sólo aproximada, puesto que no sólo la temperatura y la cantidad de agua de amasado influyen en el resultado, sino también la temperatura y humedad del aire.

Figura N°A-13 Ensayo Vicat



Fuente: Elaboración propia.

Ensayos del hormigón fresco

Método para determinar la docilidad mediante el cono de Abrams (ASTM C 143)

Objetivo

Este ensayo tiene como finalidad la descripción de un método para determinar la consistencia del hormigón de cemento en el laboratorio y en el terreno, basándose en el

asentamiento de las mezclas; si el agregado grueso de la mezcla contiene un porcentaje apreciable de partículas cuyo diámetro es mayor de 2" este método de ensayo no es válido.

Material

- Molde en forma de un tronco de cono recto, abierto por ambos extremos.
- Regla graduada para medir el asentamiento de la mezcla.
- Varilla de 5/8" y 60 cm de longitud para apisonar el hormigón.

Preparación de la muestra

Se toma una muestra representativa de la mezcla cuya consistencia se quiere determinar.

Procedimiento

- Se coloca el molde sobre una superficie plana no absorbente.
- Se llena el molde en 3 capas. Cada capa se apisona con 25 golpes de la varilla distribuidos uniformemente. Para la última capa se apisona y luego se empareja.
- Después de llenar el molde con la mezcla, se retira este con un movimiento vertical, inmediatamente después se determina el asentamiento de la muestra con una regla en relación a la altura inicial.

Figura N°A-14 Cono de Abrams



Fuente: Elaboración propia.

Ensayos del hormigón endurecido

El objetivo de los ensayos que se van a describir ahora es obtener la resistencia tanto a compresión como a flexo tracción, mediante la rotura de probetas y vigas.

Numero de golpes por capa

Vaciar el hormigón en los moldes cilíndricos y prismáticos y respetar el número de capas y varillado como se indica en la tabla N°A-4

Tabla N°A-4 Número de golpes por capa

Cilindros		
Diámetro del cilindro en mm	Diámetro de varilla en plg	N° de golpes por capa
50 a 150	3/8	25
150	5/8	25
200	5/8	50
250	5/8	75
Vigas y prismas		
Área de la superficie superior cm ²	Diámetro de varilla en plg	N° de golpes por capa
160	3/8	25
165 a 310	3/8	1 por cada 7 cm ²
320	5/8	1 por cada 14 cm ²

Fuente: (Ing. Perez Droguet).

Terminado de probeta

Una vez compactada la última capa de hormigón sobre la probeta cilíndrica debe ser enrazada y que dar de manera uniforme sobre todo que no presente imperfecciones, como se observa en la siguiente gráfica:

Figura N°A-15 Terminado de Probetas



Fuente: Elaboración propia.

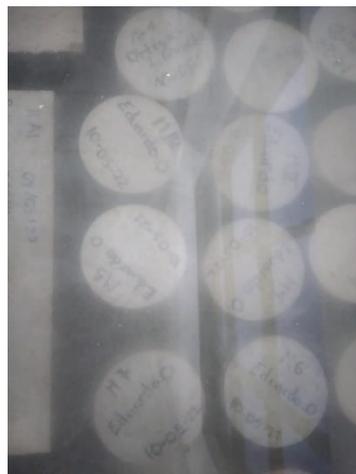
Las probetas deben ser manipuladas lo menos posible para que no haya imperfecciones.

Curado del hormigón

Las probetas deben desmoldarse en menos de las 24 horas, deben conservarse a una temperatura que ronda los 16 °C y 27 °C hasta el momento que se transporte a la cámara de curado.

En la cámara donde se colocarán las probetas el PH debe ser igual o mayor a 5, las probetas se mantendrán de esta forma hasta el momento de su ruptura en este caso 14 y 28 días.

Figura N°A-16 Curado de probetas



Fuente: Elaboración propia.

Ensayo a compresión

La carga que se aplica debe ser de manera continua, a una velocidad constante, hasta la rotura, registrando la carga máxima soportada por la probeta.

La resistencia a la compresión será:

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

f_c = resistencia a la compresión de la probeta (MPa)

P = Carga de rotura registrada por la prensa (N)

A = Área transversal de la probeta (calculada con el promedio de dos diámetros perpendiculares (mm²)).

Figura N°A-17 Rotura a compresión



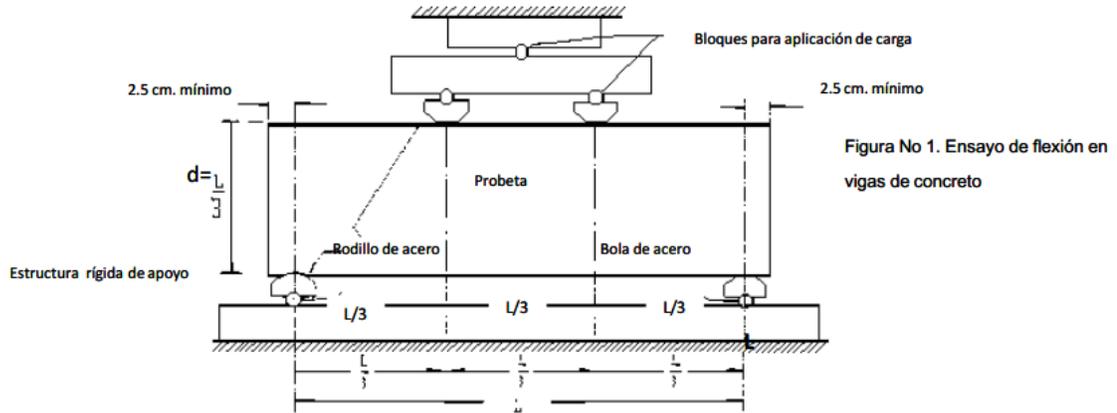
Fuente: Elaboración propia.

Ensayo a flexo tracción

Este método se para determinar la resistencia a la flexión mediante ensayos de vigas de concreto, aplicándole cargas en los tercios de su claro apoyo mediante la normativa (ASTM C 78).

El módulo de rotura es cerca del 15% al 20% de la resistencia a la compresión, dependiendo del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado.

Figura N°A-18 Método ASTM C 78



Fuente: (Mendoza, 2015).

Si la fractura se inicia en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la longitud del tramo, calcule el módulo de rotura de la siguiente manera:

$$F_{ct} = \frac{P * L}{b * d^2}$$

Donde: F_{ct} = Resistencia a flexo tracción

P = Carga de rotura [N]

L = distancia entre apoyos [mm]

b = ancho promedio de la muestra en el lugar de la falla [mm]

d = altura promedio de la muestra en el lugar de la falla [mm]

Figura N°A-19 Rotura a flexión



Fuente: Elaboración propia.

Si la fractura se produce en la superficie de tensión fuera del tercio medio de la longitud del tramo en no más del 5% de la longitud del tramo, calcule el módulo de rotura de la siguiente manera:

$$F_{ct} = \frac{3 * P * a}{b * d^2}$$

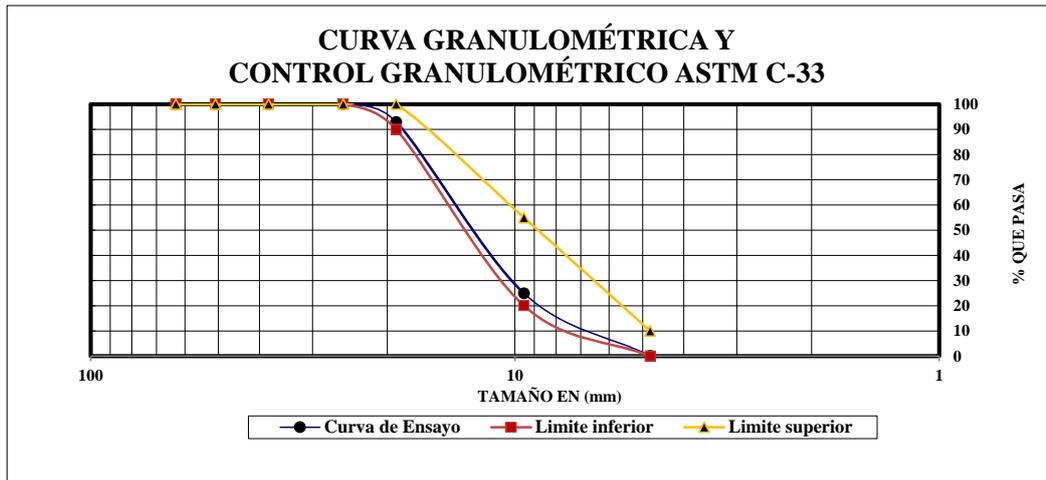
a= distancia media entre la línea de fractura y el soporte más cercano medido en la superficie de tensión de la viga, mm.



GRANULOMETRÍA - AGREGADOS GRUESO

Proyecto: Análisis de la influencia del azúcar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido Procedencia: Planta de trituración San Mateo Solicitante: Univ. Luis E. Ortega Cortez	Identificación Muestra: Ensayo 1 Laboratorista: Univ. Luis E. Ortega Cortez Fecha: Octubre 2022
--	---

Peso Total (kg.) =		5					
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (kg)	Retenido Acumulado		% Que pasa del total	% Que pasa s/g Especific. ASTM C-33	
			(kg)	(%)			
2 1/2"	63	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
3/4"	19,05	0,352	0,35	7,04	92,96	90	100
1/2"	12,70	2,690	3,04	60,84	39,16		
3/8"	9,52	0,712	3,75	75,08	24,92	20	55
Nº 4	4,75	1,239	4,99	99,86	0,14	0	10
base		0,007	5,00	100,00	0,00		
SUMA =		5,00					
PÉRDIDAS =		0,00			TAMAÑO MAX = 1"		
MF =		6,82					



HUMEDAD	
DATO	kg
Peso Muestra Húmeda	5,00
Peso Muestra seca	4,98
Peso Agua	0,03
% de Humedad	0,50

.....
 Univ. Luis E. Ortega Cortez
 Laboratorista

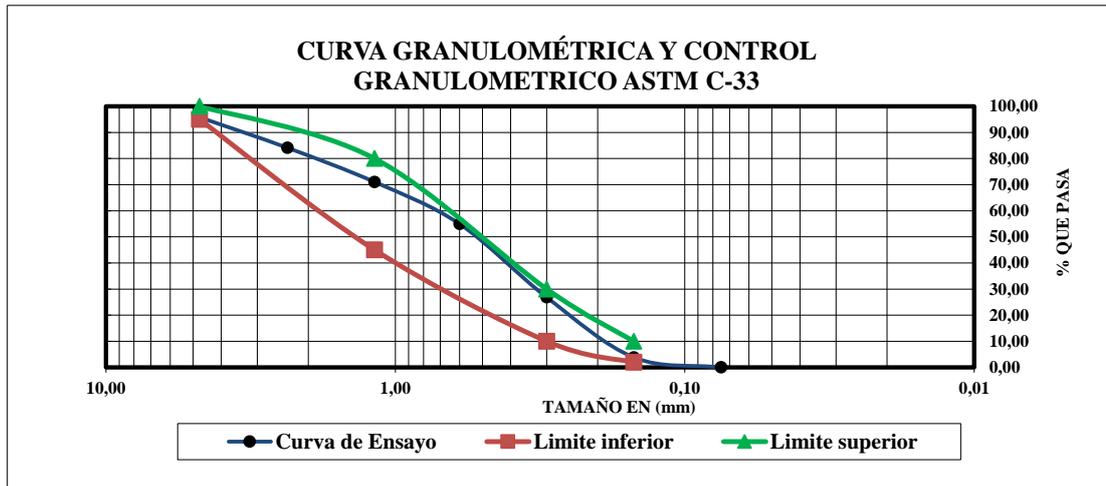
.....
 M.Sc Díaz Ayarde Moisés Eduardo
 Jefe de Lab. Hormigones - Resistencia



GRANULOMETRÍA-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la influencia del azúcar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido	Identificación Muestra: Ensayo 1
Procedencia: Planta de selección Santa Ana	Laboratorista: Univ. Luis E. Ortega Cortez
Solicitante: Univ. Luis E. Ortega Cortez	Fecha: Octubre 2022

Peso Total (kg.)=		0,5					
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret. (kg)	Ret. Acum (kg)	% Ret	% que pasa del total	Especificación ASTM C-33	
Nº4	4,75	0,02	0,02	4,18	95,82	95	100
Nº8	2,36	0,06	0,08	15,90	84,10		
Nº16	1,18	0,07	0,14	28,98	71,02	45	80
Nº30	0,60	0,08	0,23	45,06	54,94		
Nº50	0,30	0,14	0,37	73,16	26,84	10	30
Nº100	0,15	0,12	0,48	96,18	3,82	2	10
Nº200	0,08	0,02	0,50	100,00	0,00		
Base		0,00	0,50	100,00	0,00		
SUMA		0,50					
PÉRDIDAS		0,00					
MF =		2,63					



HUMEDAD	
DATO	gr
Peso Muestra Húmeda	500,00
Peso Muestra seca	494,90
Peso Agua	5,10
% de Humedad	1,03

.....
 Univ. Luis E. Ortega Cortez
 Laboratorista

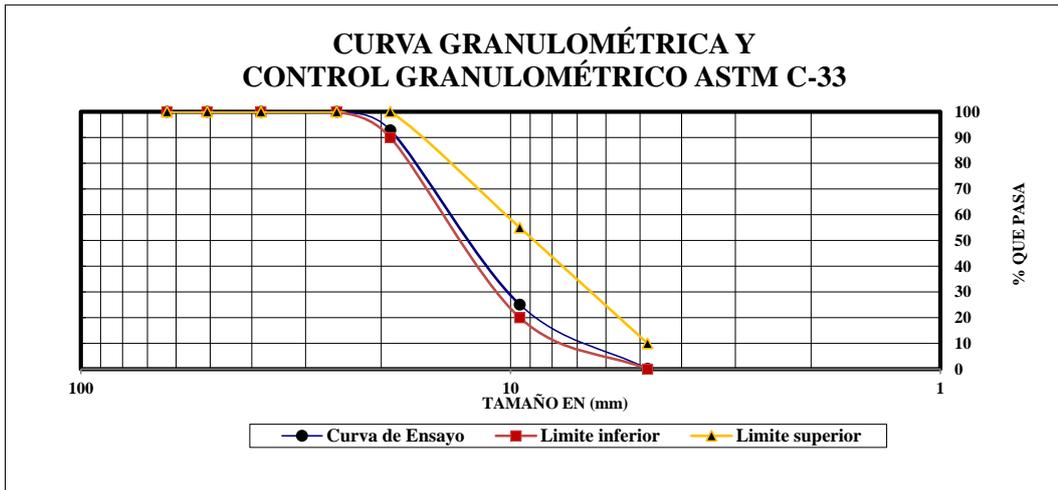
.....
 M.Sc Díaz Ayarde Moisés Eduardo
 Jefe de Lab. Hormigones - Resistencia



GRANULOMETRÍA - AGREGADOS GRUESO

Proyecto: Análisis de la influencia del azúcar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido	Identificación Muestra: Ensayo 2
Procedencia: Planta de trituración San Mateo	Laboratorista: Univ. Luis E. Ortega Cortez
Solicitante: Univ. Luis E. Ortega Cortez	Fecha: Octubre 2022

Peso Total (kg.) =		5					
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (kg)	Retenido Acumulado		% Que pasa del total	% Que pasa s/g Especific. ASTM C-33	
			(kg)	(%)			
2 1/2"	63	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
3/4"	19,05	0,358	0,36	7,16	92,84	90	100
1/2"	12,70	2,681	3,04	60,78	39,22		
3/8"	9,52	0,706	3,75	74,90	25,10	20	55
Nº 4	4,75	1,248	4,99	99,86	0,14	0	10
base		0,007	5,00	100,00	0,00		
SUMA =		5,00					
PÉRDIDAS =		0,00			TAMAÑO MAX = 1"		
MF =		6,82					



HUMEDAD	
DATO	kg
Peso Muestra Húmeda	5,00
Peso Muestra seca	4,97
Peso Agua	0,03
% de Humedad	0,60

.....
 Univ. Luis E. Ortega Cortez
 Laboratorista

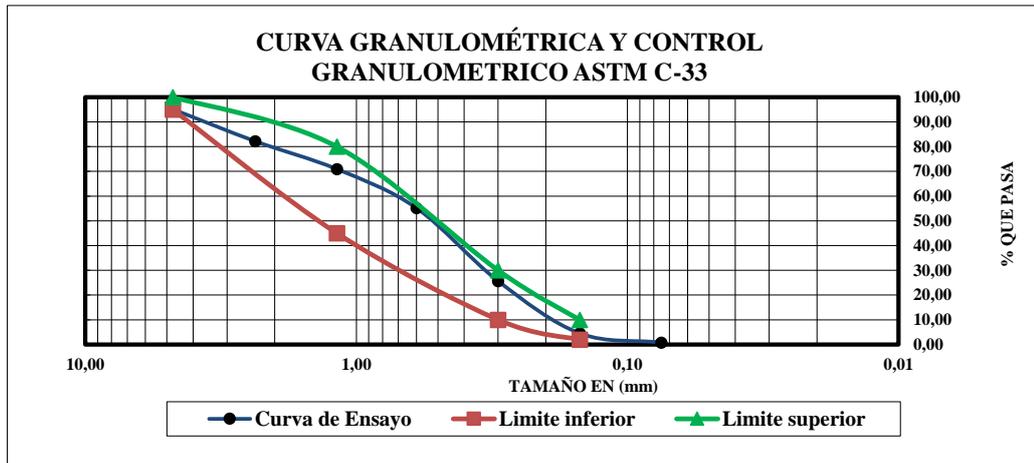
.....
 M.Sc Díaz Ayarde Moisés Eduardo
 Jefe de Lab. Hormigones - Resistencia



GRANULOMETRÍA-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la influencia del azúcar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido	Identificación Muestra: Ensayo 2
Procedencia: Planta de selección Santa Ana	Laboratorista: Univ. Luis E. Ortega Cortez
Solicitante: Univ. Luis E. Ortega Cortez	Fecha: Octubre 2022

Peso Total (kg.)=		0,5					
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret. (kg)	Ret. Acum (kg)	% Ret	% que pasa del total	Especificación ASTM C-33	
Nº4	4,75	0,025	0,02	4,90	95,10	95	100
Nº8	2,36	0,065	0,09	17,82	82,18		
Nº16	1,18	0,056	0,15	29,08	70,92	45	80
Nº30	0,60	0,079	0,22	44,82	55,18		
Nº50	0,30	0,148	0,37	74,34	25,66	10	30
Nº100	0,15	0,106	0,48	95,46	4,54	2	10
Nº200	0,08	0,019	0,50	99,20	0,80		
Base		0,004	0,5000	100,00	0,00		
SUMA		0,50					
PÉRDIDAS		0,0					
MF =		2,66					



HUMEDAD	
DATO	gr
Peso Muestra Húmeda	500,00
Peso Muestra seca	493,80
Peso Agua	6,20
% de Humedad	1,26

.....
 Univ. Luis E. Ortega Cortez
 Laboratorista

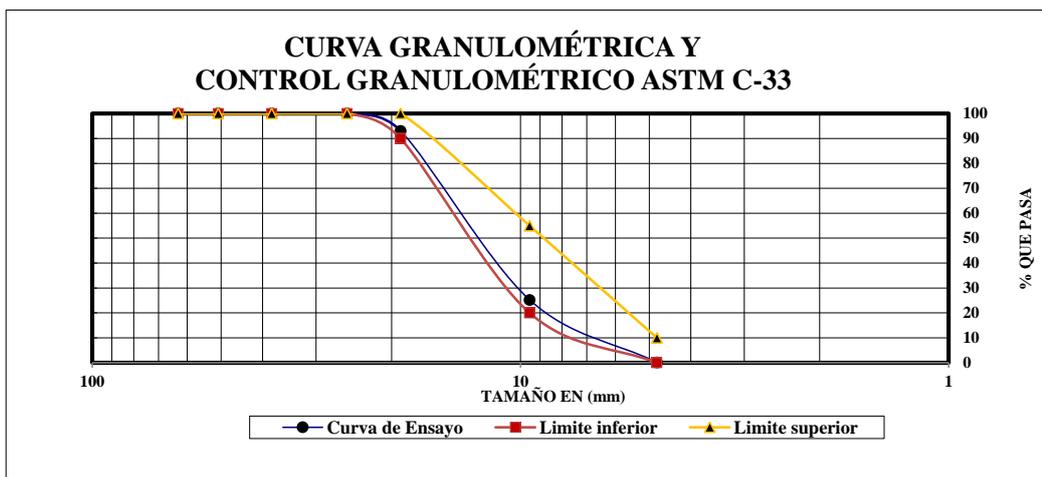
.....
 M.Sc Díaz Ayarde Moisés Eduardo
 Jefe de Lab. Hormigones - Resistencia



GRANULOMETRÍA - AGREGADOS GRUESO

Proyecto: Análisis de la influencia del azúcar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido Procedencia: Planta de trituración San Mateo Solicitante: Univ. Luis E. Ortega Cortez	Identificación Muestra: Ensayo 3 Laboratorista: Univ. Luis E. Ortega Cortez Fecha: Octubre 2022
--	---

Peso Total (kg.) =		5						
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (kg)	Retenido Acumulado		% Que pasa del total	% Que pasa s/g Especific. ASTM C-33		
			(kg)	(%)				
2 1/2"	63	0,00	0,00	0,00	100,00			
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00			
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00			
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100	
3/4"	19,05	0,348	0,35	6,96	93,04	90	100	
1/2"	12,70	2,674	3,02	60,44	39,56			
3/8"	9,52	0,716	3,74	74,76	25,24	20	55	
Nº 4	4,75	1,254	4,99	99,84	0,16	0	10	
base		0,008	5,00	99,99	0,01			
SUMA =		5,000						
PÉRDIDAS =		0,00						
MF =		6,82						
			TAMAÑO MAX =		1"			



HUMEDAD	
DATO	kg
Peso Muestra Húmeda	5,00
Peso Muestra seca	4,95
Peso Agua	0,05
% de Humedad	1,01

.....
 Univ. Luis E. Ortega Cortez
 Laboratorista

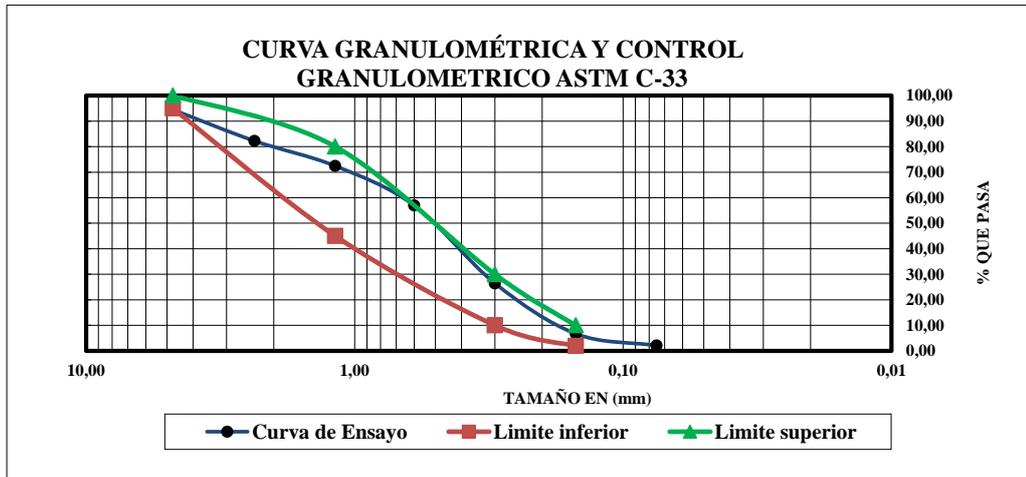
.....
 M.Sc Díaz Ayarde Moisés Eduardo
 Jefe de Lab. Hormigones - Resistencia



GRANULOMETRÍA-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la influencia del azúcar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido Procedencia: Planta de selección Santa Ana Solicitante: Univ. Luis E. Ortega Cortez	Identificación Muestra: Ensayo 3 Laboratorista: Univ. Luis E. Ortega Cortez Fecha: Octubre 2022
--	---

Peso Total (kg.)=		0,5					
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret. (kg)	Ret. Acum (kg)	% Ret	% que pasa del total	Especificación ASTM C-33	
Nº4	4,75	0,03	0,03	5,56	94,44	95	100
Nº8	2,36	0,06	0,09	17,78	82,22		
Nº16	1,18	0,05	0,14	27,58	72,42	45	80
Nº30	0,60	0,08	0,22	43,04	56,96		
Nº50	0,30	0,15	0,37	73,56	26,44	10	30
Nº100	0,15	0,10	0,47	93,28	6,72	2	10
Nº200	0,08	0,02	0,49	97,90	2,10		
Base		0,01	0,50	100,00	0,00		
SUMA		0,50					
PÉRDIDAS		0,0					
MF =		2,61					



HUMEDAD	
DATO	gr
Peso Muestra Húmeda	500,00
Peso Muestra seca	495,30
Peso Agua	4,70
% de Humedad	0,95

.....
 Univ. Luis E. Ortega Cortez
 Laboratorista

.....
 M.Sc Díaz Ayarde Moisés Eduardo
 Jefe de Lab. Hormigones - Resistencia



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAE SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN- AGREGADO GRUESO

Proyecto: Análisis de la influencia del azúcar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido	Identificación Muestra: Agregado Grueso
Procedencia: Planta de trituración San Mateo	Laboratorista: Univ. Luis E. Ortega Cortez
Solicitante: Univ. Luis E. Ortega Cortez	Fecha: Octubre 2022

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN
1	4925,50	5000	3101	2,59	2,63	2,70	1,51
2	4923,60	5000	3102	2,59	2,63	2,70	1,55
3	4928,40	5000	3104	2,60	2,64	2,70	1,45
PROMEDIO				2,60	2,63	2,70	1,51

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volúmen de agua desplazado o sea el volúmen de la muestra.

.....
Univ. Luis E. Ortega Cortez
Laboratorista

.....
M.Sc Díaz Ayarde Moisés Eduardo
Jefe de Lab. Hormigones - Resistencia



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PESO UNITARIO - AGREGADO GRUESO

Proyecto: Análisis de la influencia del azúcar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido	Identificación Muestra: Agregado Grueso
Procedencia: Planta de trituración San Mateo	Laboratorista: Univ. Luis E. Ortega Cortez
Solicitante: Univ. Luis E. Ortega Cortez	Fecha: Octubre 2022

PESO UNITARIO SUELTO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm ³)	PESO RECIP. + MUESTRA SUELTA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm ³)
1	5840,00	9825,00	20105,00	14265,00	1,45
2	5840,00	9825,00	20090,00	14250,00	1,45
3	5840,00	9825,00	20050,00	14210,00	1,45
PROMEDIO					1,45

PESO UNITARIO COMPACTADO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm ³)	PESO RECIP. + MUESTRA COMPACTA (gr)	PESO MUESTRA COMPACTA (gr)	PESO UNITARIO COMPACTADO (gr/cm ³)
1	5840,00	9825,00	20860,00	15020,00	1,53
2	5840,00	9825,00	21020,00	15180,00	1,55
3	5840,00	9825,00	20925,00	15085,00	1,54
PROMEDIO					1,54

.....
Univ. Luis E. Ortega Cortez
Laboratorista

.....
M.Sc Díaz Ayarde Moisés Eduardo
Jefe de Lab. Hormigones - Resistenci:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la influencia del azúcar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido	Identificación Muestra: Agregado Fino
Procedencia: Planta de selección Santa Ana	Laboratorista: Univ. Luis E. Ortega Cortez
Solicitante: Univ. Luis E. Ortega Cortez	Fecha: Octubre 2022

MUESTRA N°	PESO MUESTRA (gr)	PESO DE MATRÁZ (gr)	MUESTRA + MATRÁZ + AGUA (gr)	PESO DEL AGUA AGREGADO AL MATRÁZ "W" (gr)	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	VOLUMEN DEL MATRÁZ "V" (ml)	P. E. A GRANEL (gr/cm ³)	P. E. SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	P. E. A GRANEL (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN
1	500,60	237,00	1034,8	297,20	491,00	500,00	2,42	2,47	2,54	1,92
2	500,40	221,60	1032,5	310,50	496,70	500,00	2,62	2,64	2,67	0,74
3	500,00	235,50	1024,8	289,30	491,50	500,00	2,33	2,37	2,43	1,70
PROMEDIO							2,46	2,49	2,55	1,45

.....
Univ. Luis E. Ortega Cortez
Laboratorista

.....
M.Sc Díaz Ayarde Moisés Eduardo
Jefe de Lab. Hormigones - Resistencia



PESO UNITARIO - AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la influencia del azúcar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido	Identificación Muestra: Agregado Fino
Procedencia: Planta de selección Santa Ana	Laboratorista: Univ. Luis E. Ortega Cortez
Solicitante: Univ. Luis E. Ortega Cortez	Fecha: Octubre 2022

PESO UNITARIO SUELTO

MUESTRA Nº	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm ³)	PESO RECIP. + MUESTRA SUELTA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm ³)
1	2610	2955,00	7395,00	4785,00	1,619
2	2610	2955,00	7435,00	4825,00	1,633
3	2610	2955,00	7475,00	4865,00	1,646
PROMEDIO					1,633

PESO UNITARIO COMPACTADO

MUESTRA Nº	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm ³)	PESO RECIP. + MUESTRA COMPACTA (gr)	PESO MUESTRA COMPACTA (gr)	PESO UNITARIO COMPACTADO (gr/cm ³)
1	2610,00	2955,00	7695,00	5085,00	1,721
2	2610,00	2955,00	7690,00	5080,00	1,719
3	2610,00	2955,00	7720,00	5110,00	1,729
PROMEDIO					1,723

.....
Univ. Luis E. Ortega Cortez
Laboratorista

.....
M.Sc Díaz Ayarde Moisés Eduardo
Jefe de Lab. Hormigones - Resistencia



PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO

Proyecto: Análisis de la influencia del azúcar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido	Identificación muestra: Cemento Portland IP-40
Procedencia: Fancesa	Laboratorista: Univ. Luis E. Ortega Cortez
Solicitante: Univ. Luis E. Ortega Cortez	Fecha: Octubre 2022

FRASCO VOLUMÉTRICO LE CHATELIER

$$Pe = \frac{W}{V_f - V_i}$$

Donde:

- Pe = peso específico del cemento
- W = peso seco de la muestra (kg)
- Vf = volumen final
- Vi = volumen inicial

Peso cemento (gr)	64,00
Volumen Inicial (cm³)	300,00
Volumen final (cm³)	320,00
Peso específico del cemento (gr/m³)	3,2

FINURA DEL CEMENTO (ASTM C-184)

$$\%F = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$$

Retenido N°40	0,00
Retenido N°200 (gr)	6,90
Peso cemento (gr)	50,00
Finura del cemento %	86,20%

	M1	M2	M3	Promed.	
Masa del cemento	64,00	64,00	64,00	64,00	gr
Volumen del Matraz	300	300	300	300	cm³
Volumen del matraz+Cemento	320,40	320,50	320,60	320,50	cm³
Volumen desplazado del cemento	20,40	20,50	20,60	20,50	cm³
Peso especifico	3,137	3,122	3,107	3,122	gr/cm³

.....
 Univ. Luis E. Ortega Cortez
 Laboratorista

.....
 M.Sc Díaz Ayarde Moisés Eduardo
 Jefe de Lab. Hormigones - Resistencia



ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES

Proyecto: Análisis de la influencia del azúar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido Procedencia: Planta de trituración Garzón Solicitante: Egr. Luis Eduardo Ortega Cortez	Identificación Agregado: Piedra triturada Solicitante: Egr. Luis Eduardo Ortega Cortez Fecha: Octubre 2022
--	--

TABLA ASTM C-131 SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

METODO		A	B	C	D
DIAMETRO	CANTIDAD DE MATERIAL AEMPLEAR (gr)				
PASA	RETENIDO				
1 1/2"	1"	1250±25			
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10		
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10		
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	Nº4			2500±10	
Nº4	Nº8				5000±10
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
NUMERO DE ESFERAS		12	11	8	6
Nº DE REVOLUCIONES		500	500	500	500
TIEMPO DE ROTACION		30	15	15	15

DATOS DE LABORATORIO

METODO A		METODO B		METODO C		METODO D	
TAMIZ	PESO RETENIDO						
1"	1250	1/2"	2500	1/4"	2500	Nº8	5000
3/4"	1250,0	3/8"	2500	Nº 4	2500		
1/2"	1250,0						
3/8"	1250,0						

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{P_{INICIAL} - P_{FINAL}}{P_{INICIAL}} * 100$$

MATERIAL	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE
A	5000	5000	0,00
B	5000	3761,8	24,76
C	5000	5000	0,00
D	5000	5000	0,00

SEPARACIÓN DE PIEDRA PIZARRA

PESO DE LA MUESTRA	PESO DE LA PIEDRA PIZARRA	PESO FINAL
5000	1238,2	3761,8

.....
 Univ. Luis E. Ortega Cortez
 Laboratorista

.....
 M.Sc Díaz Ayarde Moisés Eduardo
 Jefe de Lab. Hormigones - Resistencia



ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN ASTM C-39

Proyecto: Análisis de la influencia del azúcar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido	Identificación muestra: Dosificación
Solicitante: Univ. Luis E. Ortega Cortez	Laboratorista: Univ. Luis E. Ortega Cortez Fecha: Octubre 2022

Prob. N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Peso (kg)	Carga "F" (KN)	Carga "F" (kg)	Resistencia	
								(Mpa)	(Kg/cm ²)
1	Probera 1	10/5/2022	26/5/2022	16	12,85	655,1	66820,2	34,72	354,05
2	Probeta 2	10/5/2022	26/5/2022	16	13,02	614,8	62709,6	32,58	332,22
3	Probera 3	10/5/2022	26/5/2022	16	12,99	679,1	69268,2	35,99	367,00
4	Probera 4	10/5/2022	26/5/2022	16	13,06	658,6	67177,2	34,90	355,88
5	Probeta 5	10/5/2022	7/6/2022	28	12,97	685,4	69910,8	36,32	370,36
6	Probera 6	10/5/2022	7/6/2022	28	13,08	689,2	70298,4	36,53	372,50

.....
Univ. Luis E. Ortega Cortez
Laboratorista

.....
M.Sc Díaz Ayarde Moisés Eduardo
Jefe de Lab. Hormigones - Resistencia



ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DE PROBETAS PRISMÁTICAS ASTM C-78

Proyecto: Análisis de la influencia del azúcar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido Solicitante: Univ. Luis E. Ortega Cortez	Identificación: Resistencia a Flexión Laboratorista: Univ. Luis E. Ortega Cortez Fecha: Octubre 2022
--	--

Rotura de vigas patrón									
Prob. N°	Identificación	Fecha de curado	Fecha de rotura	Edad (días)	Peso (kg)	Carga "F" (KN)	Carga "F" (kg)	Flextr (f ct) (Mpa)	Tracción (f ct) (Kg/cm ²)
1	Viga 1	26/7/2022	9/8/2022	14	26,562	29,4	2998,80	3,92	39,97
2	Viga 2	26/7/2022	9/8/2022	14	27,475	29,0	2958,00	3,87	39,43
3	Viga 3	26/7/2022	9/8/2022	14	27,090	29,6	3019,20	3,95	40,24
4	Viga 4	26/7/2022	9/8/2022	14	27,010	29,5	3009,00	3,93	40,11
5	Viga 5	11/8/2022	25/8/2022	14	26,896	31,2	3180,36	4,16	42,39
6	Viga 6	11/8/2022	25/8/2022	14	26,632	29,8	3039,60	3,97	40,52
7	Viga 7	11/8/2022	25/8/2022	14	27,052	29,2	2978,40	3,89	39,70
8	Viga 8	11/8/2022	25/8/2022	14	26,952	30,4	3100,80	4,05	41,33
9	Viga 9	11/8/2022	8/9/2022	28	27,060	30,8	3141,60	4,11	41,88
10	Viga 10	11/8/2022	8/9/2022	28	27,300	29,7	3029,40	3,96	40,38
11	Viga 11	11/8/2022	8/9/2022	28	26,845	31,3	3192,60	4,17	42,56
12	Viga 12	9/9/2022	7/10/2022	28	27,860	35,0	3570,00	4,67	47,59
13	Viga 13	9/9/2022	7/10/2022	28	26,930	31,2	3182,40	4,16	42,42
14	Viga 14	9/9/2022	7/10/2022	28	26,452	29,9	3049,80	3,99	40,65
15	Viga 15	9/9/2022	7/10/2022	28	26,942	31,8	3243,60	4,24	43,24
Promedio									41,49

.....
Univ. Luis E. Ortega Cortez
Laboratorista

.....
M.Sc Díaz Ayarde Moisés Eduardo
Jefe de Lab. Hormigones - Resistencia



ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DE PROBETAS PRISMÁTICAS ASTM C-78

Proyecto: Análisis de la influencia del azúcar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido Solicitante: Univ. Luis E. Ortega Cortez	Identificación: Resistencia a Flexión Laboratorista: Univ. Luis E. Ortega Cortez Fecha: Octubre 2022
--	--

Rotura de vigas con 0,03% de azúcar									
Prob. N°	Identificación	Fecha de curado	Fecha de rotura	Edad (días)	Peso (kg)	Carga "F" (KN)	Carga "F" (kg)	Flextr (f ct) (Mpa)	Tracción (f ct) (Kg/cm ²)
1	Viga 1	9/9/2022	7/10/2022	28	26,582	3,8	387,60	0,51	5,17
2	Viga 2	9/9/2022	7/10/2022	28	27,025	3,6	367,20	0,48	4,89
3	Viga 3	9/9/2022	7/10/2022	28	27,120	3,9	397,80	0,52	5,30
4	Viga 4	9/9/2022	7/10/2022	28	27,320	3,7	377,40	0,49	5,03
Promedio									5,10

Rotura de vigas con 0,08% de azúcar									
Prob. N°	Identificación	Fecha de curado	Fecha de rotura	Edad (días)	Peso (kg)	Carga "F" (KN)	Carga "F" (kg)	Flextr (f ct) (Mpa)	Tracción (f ct) (Kg/cm ²)
1	Viga 1	15/9/2022	13/10/2022	28	26,345	3,8	387,60	0,49	5,00
2	Viga 2	15/9/2022	13/10/2022	28	26,445	4,3	438,60	0,57	5,85
3	Viga 3	15/9/2022	13/10/2022	28	25,910	4,2	428,40	0,56	5,71
4	Viga 4	15/9/2022	13/10/2022	28	26,120	4,6	469,20	0,58	5,91
Promedio									5,62

Rotura de vigas con 0,15% de azúcar									
Prob. N°	Identificación	Fecha de curado	Fecha de rotura	Edad (días)	Peso (kg)	Carga "F" (KN)	Carga "F" (kg)	Flextr (f ct) (Mpa)	Tracción (f ct) (Kg/cm ²)
1	Viga 1	15/9/2022	13/10/2022	28	25,830	6,4	652,80	0,85	8,70
2	Viga 2	15/9/2022	13/10/2022	28	26,955	7,2	734,40	0,96	9,79
3	Viga 3	15/9/2022	13/10/2022	28	25,540	5,6	571,20	0,75	7,61
4	Viga 4	15/9/2022	13/10/2022	28	26,295	5,9	601,80	0,79	8,02
Promedio									8,53

Univ. Luis E. Ortega Cortez
Laboratorista

M.Sc Díaz Ayarde Moisés Eduardo
Jefe de Lab. Hormigones - Resistencia



Tiempo de fraguado del cemento hidráulico método del aparato de Vicat

Proyecto: Análisis de la influencia del azúcar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido	Identificación de muestra: Ensayos
Solicitante: Univ. Luis E. Ortega Cortez	Laboratorista: Univ. Luis E. Ortega Cortez
	Fecha: Octubre 2022

N° Ensayo	Peso del cemento (gr)	Cantidad de agua (ml)	Lectura inicial (mm)	Lectura final (mm)	N° de golpes	Tiempo (min)	Temperatura °C	% de humedad W (%)
1	500	175	10	27	27	420	21	35
2	500	175	10	25	27	420	21	35
3	500	180	10	28	27	420	21	36

Adición del azúcar al 0,15%

N° Ensayo	Peso del cemento (gr)	Azúcar 0,15%	Cantidad de agua (ml)	Lectura inicial (mm)	Lectura final (mm)	N° de golpes	Tiempo (min)	Temperatura °C	% de humedad W (%)
1	500	75	175	10	26	10	165	21	35
2	500	75	175	10	27	11	180	21	35
3	500	75	180	10	26	11	180	21	36

.....
Univ. Luis E. Ortega Cortez
Laboratorista

.....
M.Sc Díaz Ayarde Moisés Eduardo
Jefe de Lab. Hormigones - Resistencia



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

PESO ESPECIFICO

Proyecto: Análisis de la influencia del azúcar en las propiedades del hormigón para pavimento rígido	Identificación: Muestra Unica
Procedencia: Cercado-Tarija	Fecha: 13/12/2022
Muestra: Unica	Laboratorista: Univ. Luis E. Ortega Cortez

PESO ESPECÍFICO DEL AZÚCAR PARA 0.03%					
	1	2	3	4	Prom.
Temperatura ensayada	30,00	25,00	20,00	15,00	
Peso del azúcar W	0,42	0,42	0,42	0,42	
Peso del frasco	220,30	220,30	220,30	220,30	
Peso del frasco mas agua * Wfw	724,43	724,76	725,10	725,43	
Peso del agua + azúcar	504,13	504,46	504,80	505,13	
Volumen del frasco	500,00	500,00	500,00	500,00	
Peso específico	1,008	1,009	1,010	1,010	
Factor de corrección K	0,9974	0,9989	1,0000	0,9994	
Peso específico corregido	1,006	1,008	1,010	1,010	1,008

PESO ESPECÍFICO DEL AZÚCAR PAARA 0.08%					
	1	2	3	4	Prom.
Temperatura ensayada	30,00	25,00	20,00	15,00	
Peso del azúcar W	1,13	1,13	1,13	1,13	
Peso del frasco	220,30	220,30	220,30	220,30	
Peso del frasco mas agua * Wfw	725,14	725,47	725,81	726,14	
Peso del agua + azúcar	504,84	505,17	505,51	505,84	
Volúmen del frasco	500,00	500,00	500,00	500,00	
Peso específico	1,010	1,010	1,011	1,012	
Factor de corrección K	0,9974	0,9989	1,0000	0,9994	
Peso específico corregido	1,007	1,009	1,011	1,011	1,010

PESO ESPECÍFICO DEL AZÚCAR PARA 0.15%					
	1	2	3	4	Prom.
Temperatura ensayada	30,00	25,00	20,00	15,00	
Peso del azúcar W	2,00	2,00	2,00	2,00	
Peso del frasco	220,30	220,30	220,30	220,30	
Peso del frasco mas agua * Wfw	726,01	726,34	726,68	727,01	
Peso del agua + azúcar	505,71	506,04	506,38	506,71	
Volúmen del frasco	500,00	500,00	500,00	500,00	
Peso específico	1,011	1,012	1,013	1,013	
Factor de corrección K	0,9974	0,9989	1,0000	0,9994	
Peso específico corregido	1,009	1,011	1,013	1,013	1,011

.....
Luis Eduardo Ortega Cortez
Laboratorista

.....
Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingenieria Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

ANEXO C

ANEXO C

REPORTES FOTOGRÁFICOS

Figura N°C-1 Ensayo de granulometría agregado grueso y fino.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°C-2 Ensayo de peso unitario suelto y compactado de los agregados



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°C-3 Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°C-4 Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°C-5 Desgaste de los Ángeles



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°C-6 Elaboración de probetas



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°C-7 Curado de probetas



Fuente: Elaboración propia

Figura N°C-8 Elaboración de vigas Patrón, con 0,03% ,0,08% y 0,15% de azúcar



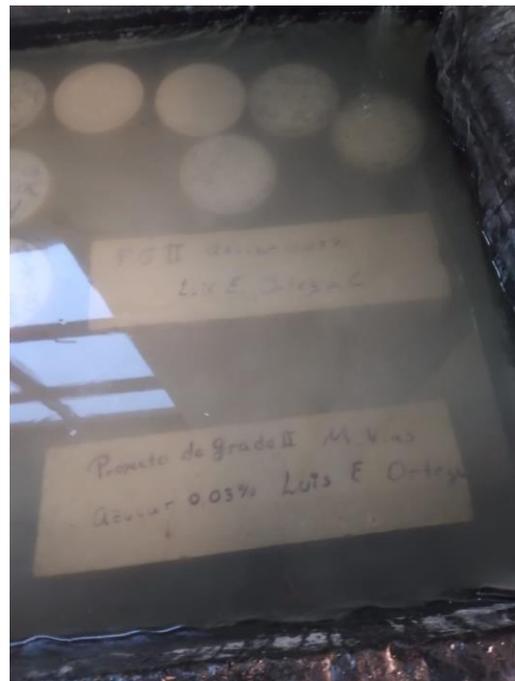
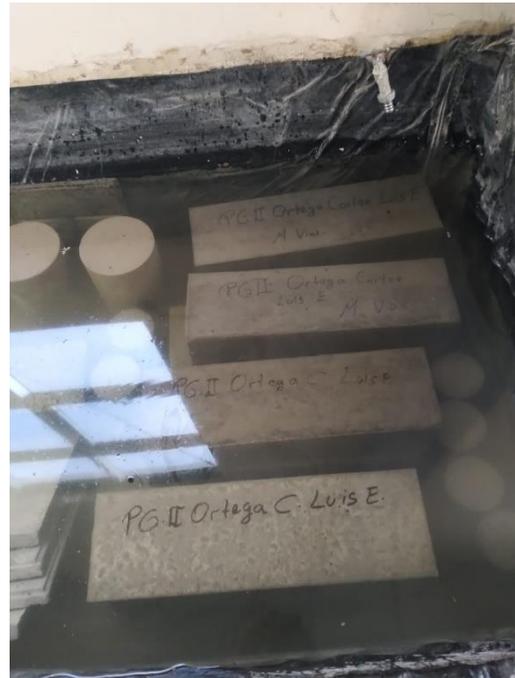
Fuente: Elaboración propia.

Figura N°C-9 Ensayo de asentamiento y compactado



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°C-10 Curado de vigas



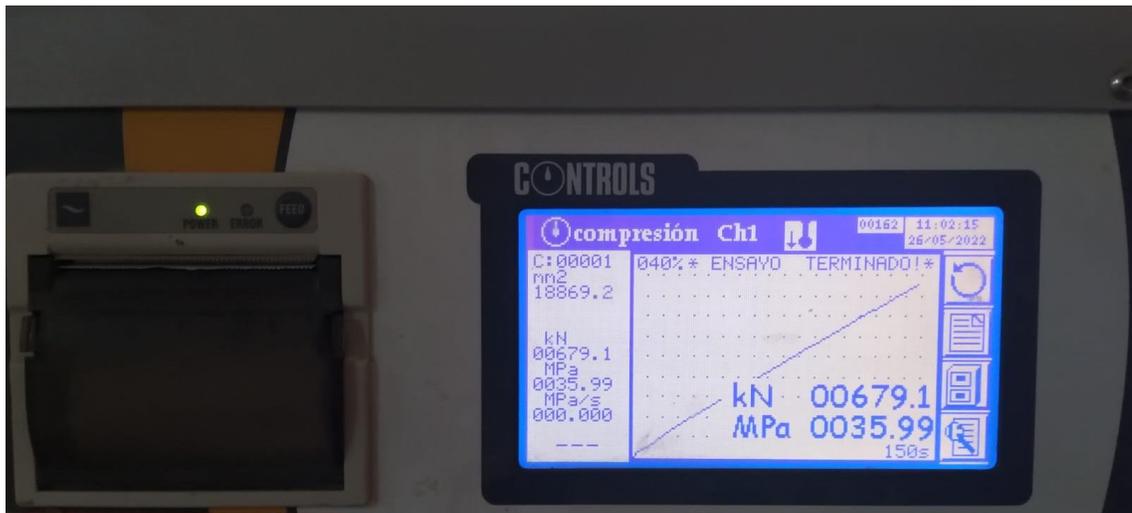
Fuente: Elaboración propia.

Figura N°C-11 Vigas con porcentajes de azúcar



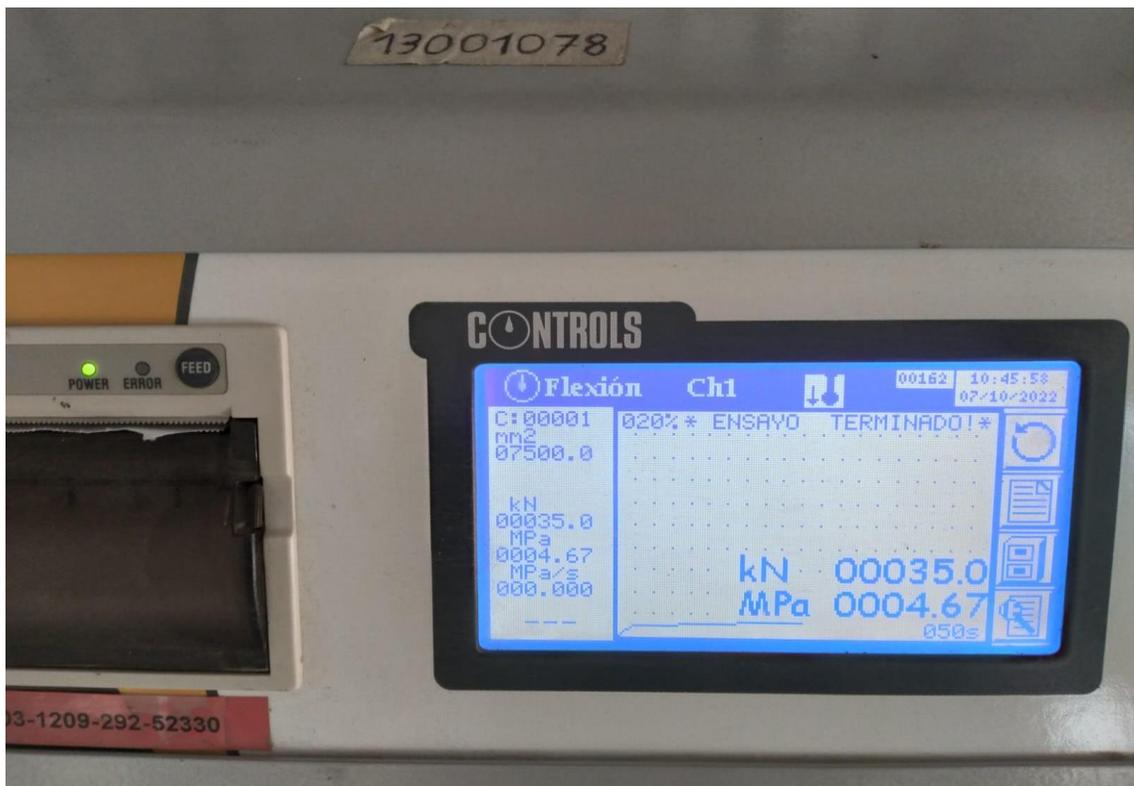
Fuente: Elaboración propia.

Figura N°C-12 Rotura de probetas



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°C-13 Rotura de vigas patrón



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°C-14 Rotura de vigas con 0,03% de azúcar



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°C-15 Rotura de vigas con 0,08% de azúcar



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°C-16 Rotura de vigas con 0,15% de azúcar



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°C-17 Tiempo del fraguado del cemento hidráulico



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°C-18 Determinación del peso específico del azúcar



Fuente: Elaboración propia.